

1 JUL 2005
PCT/IB 03 / 06309
17.12.03



Europäisches
Patentamt

European
Patent Office

Office européen
des brevets

REC'D 20 JAN 2004

PCT

WIPO

Bescheinigung

Certificate

Attestation

Die angehefteten Unterlagen stimmen mit der ursprünglich eingereichten Fassung der auf dem nächsten Blatt bezeichneten europäischen Patentanmeldung überein.

The attached documents are exact copies of the European patent application described on the following page, as originally filed.

Les documents fixés à cette attestation sont conformes à la version initialement déposée de la demande de brevet européen spécifiée à la page suivante.

Patentanmeldung Nr. Patent application No. Demande de brevet n°

03100038.3

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

Der Präsident des Europäischen Patentamts:
Im Auftrag

For the President of the European Patent Office

Le Président de l'Office européen des brevets
p.o.

R C van Dijk

BEST AVAILABLE COPY



Anmeldung Nr:
Application no.: 03100038.3
Demande no:

Anmeldetag:
Date of filing: 10.01.03
Date de dépôt:

Anmelder/Applicant(s)/Demandeur(s):

Philips Corporate Intellectual Property GmbH
Habsburgerallee 11
52064 Aachen
ALLEMAGNE
Koninklijke Philips Electronics N.V.
Groenewoudseweg 1
5621 BA Eindhoven
PAYS-BAS

Bezeichnung der Erfindung/Title of the invention/Titre de l'invention:
(Falls die Bezeichnung der Erfindung nicht angegeben ist, siehe Beschreibung.
If no title is shown please refer to the description.
Si aucun titre n'est indiqué se référer à la description.)

Dynamischer Netzwerkaufbau bei drahtlosen Adhoc-Netzwerken

In Anspruch genommene Priorität(en) / Priority(ies) claimed /Priorité(s)
revendiquée(s)
Staat/Tag/Aktenzeichen/State/Date/File no./Pays/Date/Numéro de dépôt:

Internationale Patentklassifikation/International Patent Classification/
Classification internationale des brevets:

H04L12/28

Am Anmeldetag benannte Vertragstaaten/Contracting states designated at date of
filling/Etats contractants désignés lors du dépôt:

AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IT LU MC NL
PT SE SI SK TR LI

BESCHREIBUNG

Dynamischer Netzwerkaufbau bei drahtlosen Adhoc-Netzwerken

Die Erfindung bezieht sich auf ein Netzwerk mit wenigstens einem Slave-Terminal und einem damit verbundenen Master-Terminal. Solche Netzwerke können beispielsweise

- 5 Terminals enthalten, die nach dem Bluetooth-Standard arbeiten.

Ursprünglich wurde der Bluetooth-Standard entwickelt, um eine drahtlose Kommunikation verschiedenster Terminals über kurze Entfernung zu ermöglichen. Erst mit der Zeit kam der Bedarf an einer Vernetzung von Bluetooth-Terminals, der Erstellung eines

- 10 sogenannten Adhoc-Netzwerks. Hierbei stellt sich allerdings das Problem, wie ein Bluetooth-Netzwerk mit mehreren Teilnehmern schnell und automatisch aufgebaut wird, da die Bluetooth Spezifikation dazu keine Vorgaben macht. In dem Dokument „Bluetooth SIG, PAN Working Group, Personal Area Networking Profile, Version 1.0, July 23, 2002, Seiten 10 bis 12“ wird beispielsweise beschrieben, wie ein Netzwerk

- 15 unter dem Bluetooth-Standard aufzubauen ist. Hierbei wird angegeben, dass ein Netzwerkaufbau nur manuell stattfindet, d.h. es werden keine Vorschläge gemacht, in welcher Form ein Terminal sich automatisch in ein Netzwerk einbinden und Verbindungen mit beispielsweise schon zwei verbundenen Terminals eingehen kann.

- 20 Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Netzwerk zu schaffen, welches automatisch eine Einbindung eines Terminals ermöglicht.

Die Aufgabe wird durch ein Netzwerk der eingangs genannten Art durch folgende Maßnahmen gelöst:

- 25 Das Netzwerk weist wenigstens ein Slave-Terminal und ein damit verbundenes Master-Terminal auf, das zur Beauftragung wenigstens eines Slave-Terminals zum Prüfen von Suchanfragen nach wenigstens einem anderen in das Netzwerk einzubindenden Terminal vorgesehen ist,

wobei das beauftragte Slave-Terminal nach Detektierung eines noch nicht eingebundenen Terminals zur Weiterleitung der empfangenen Suchanfrage an das Master-Terminal vorgesehen ist und das Master-Terminal nach Empfang der Suchanfrage vom Slave-Terminal zum Verbindungsaufbau mit dem noch nicht eingebundenen Terminal

5 vorgesehen ist.

Erfnungsgemäß ist nicht das Master-Terminal damit beschäftigt, festzustellen, ob ein nicht im Netzwerk eingebundenes Terminal Suchanfragen aussendet, sondern ein von diesem beauftragtes Slave-Terminal. Damit kann sich das Master-Terminal weitgehend

10 um die Kommunikation im Netzwerk kümmern. Nachdem das Slave-Terminal eine Suchanfrage von einem bisher nicht eingebundenen Terminal erhalten hat, wird diese empfangene Suchanfrage an das Master-Terminal weitergeleitet, welches dann wie in Anspruch 3 angegeben, den Verbindungsaufbau mit diesem Terminal unter bestimmten Bedingungen beginnt. Eine Bedingung könnte beispielsweise sein, dass ein Terminal

15 nicht zuvor mit dem Netzwerk verbunden gewesen ist. Diese Bedingungen könnten mittels einer vom Master-Terminal verwalteten Sonderliste (Blacklist) geprüft werden, wie in Anspruch 4 angegeben. Das Master-Terminal beginnt den Verbindungsaufbau durch Aussendung einer Suchanfrage.

20 Ferner ist nach Anspruch 5 erfungsgemäß vorgesehen, dass ein Slave-Terminal nur Prüfungen nach Suchanfragen durchführt, wenn das Master-Terminal keine Suchanfragen sendet. Es wird damit verhindert, dass ein Mitglied des Netzwerkes ein anderes Mitglied des Netzwerkes nochmals entdeckt.

25 Das erfungsgemäße Netzwerk kann mit Terminals aufgebaut werden, die nach dem Bluetooth-Standard arbeiten. Der Aufbau der hierfür vorgesehen Software-Komponenten ist in Anspruch 6 dargestellt.

Um die Kommunikation im Netzwerk nicht unnötig zu stören, ist das Master-Terminal

30 dazu vorgesehen, nur ein einziges und nicht an der Kommunikation beteiligtes Slave-

Terminal mit einer Prüfung nach Suchanfragen eines Terminals zu beauftragen.

Eine Beschleunigung des Netzwerksaufbaus lässt sich durch Verwendung einer Kennzeichnung in wenigstens einer zwischen den Terminals versendeten Nachricht

5 erreichen, wie in Anspruch 8 angegeben. Die Kennzeichnung informiert darüber, ob ein Terminal bereits in ein Netzwerk eingebunden ist.

Die Erfindung bezieht sich auch auf ein Terminal, welches zur Einbindung als Slave- oder Master-Terminal in einem Netzwerk vorgesehen ist.

10

Ausführungsbeispiele der Erfindung werden nachstehend anhand der Figuren näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 ein stark vereinfachtes Schichtenmodell der in einem Terminal
15 enthaltenen Software-Komponenten,

Fig. 2 ein Netzwerk mit verschiedenen eingebundenen Terminals und ein weiteres einzubindendes Terminal und

Fig. 3 und 4 Zustandsdiagramme zur Erläuterung der erfindungsgemäßen Software-Komponente eines Terminals,

20

Bluetooth ist ein Kommunikationsstandard für drahtlose Funkkommunikation, der einen Datenaustausch zwischen allen denkbaren Terminaltypen ermöglichen soll. Ob Notebook, Organizer, Mobiltelefon oder Peripheriegeräte von Computern, alles soll durch Bluetooth die Fähigkeit erhalten, miteinander kommunizieren zu können. Die

25 Terminals in einem Bluetooth-Netzwerk operieren auf 79 Kanälen mit jeweils 1 MHz Bandbreite im 2.45 GHz Frequenzbereich. Bei der Kommunikation wird nicht ständig ein und der selbe Kanal benutzt, sondern es wird 1600 mal in der Sekunde die Frequenz gewechselt (Frequency Hopping), um Interferenzen zu anderen Geräten auszugleichen.

Dies ist notwendig, da das benutzte Frequenzband frei verfügbar ist. Die Nutzdaten
30 werden paketorientiert transportiert und, um den Anwendungsanforderungen zu

genügen, sind unterschiedliche Pakettypen definiert. Sie unterscheiden sich nach synchronem und asynchronem Betrieb und sind durch einen Eintrag im Header identifiziert.

5 Wesentliche Eigenschaften eines Bluetooth Gerätes sind zum einen eine eigene Taktrate (Clock), welche die Taktrate bei den Frequenzsprüngen vorgibt, sowie eine eindeutige Bluetooth-Terminaladresse (Bluetooth Device Address). Aus dieser ergibt sich dann auch die Identität des Terminals, welche die verschiedenen Frequenzen der Hopping-Sequenz festlegt.

10

Bei der Verbindung zweier Bluetooth-Terminals übernimmt eines die Rolle des Master-Terminals und das andere die Rolle des Slave-Terminals. Dabei ist zu beachten, dass es so etwas wie vorherbestimmte Master- oder Slave-Terminals nicht gibt, die Rollenverteilung findet dynamisch beim Verbindungsauflauf statt. Das Master-Terminal legt 15 verbindlich für das Slave-Terminal die Hopping-Sequenz, also die "Sprünge" zwischen den Frequenzen, fest und verteilt Senderechte.

Beim Verbindungsauflauf werden zwei Phasen durchlaufen. Die erste Phase wird als Inquiry-Phase bezeichnet und dann verwendet, wenn nach noch nicht entdeckten 20 Terminals gesucht werden soll, über die noch keinerlei Informationen vorliegen. Solange keine Verbindung besteht, wechselt ein Terminal ständig zwischen den Zuständen Inquiry (Anfrage) und Inquiry-Scan (Suche nach Anfrage). Im Zustand Inquiry springt das Terminal zwischen 32 Frequenzen und schickt seine Anfrage aus. Im Zustand Inquiry-Scan springt das Gerät ebenfalls zwischen 32 Frequenzen und sucht 25 nach einer Inquiry-Nachricht. Empfängt ein Terminal im Zustand Inquiry-Scan eine solche Anfrage, so antwortet es, indem es seine Adresse und seine Taktrate übermittelt, und eine Kommunikation kann beginnen.

Die zweite Phase des Verbindungsauflaufs wird als Page-Phase bezeichnet. In dieser 30 Phase wechselt ein Terminal in den Zustand Page (Ruf) und das andere Terminal in den

Zustand Page-Scan (Suche nach Ruf). Die Rollenverteilung ist dabei so festgelegt, dass das anfragende Terminal das Master-Terminal und das andere ein Slave-Terminal wird. Voraussetzung ist, dass das Master-Terminal die Bluetooth-Terminaladresse des Slave-Terminals bekannt ist. Die Page-Phase kann beschleunigt werden, wenn dem Master-

5 Terminal neben der Adresse auch die Taktrate des Slave-Terminals vorliegt. Das Master-Terminal übermittelt dem Slave-Terminal seine eigene Taktrate und Hopping-Sequenz und weist ihn an, diese zu übernehmen. Das Slave-Terminal synchronisiert sich daraufhin auf das Master-Terminal und kann so mit ihm kommunizieren.

10 Zwischen den einzelnen Terminals werden Datenpakete übertragen, die außer den Nutzdaten auch zusätzliche Informationen, wie z.B. Sender- und Empfängeradresse, Sendeoptionen, Synchronisations- und gegebenenfalls Sicherungsinformationen und zusätzliche Redundanzen, enthalten. Ein solches Paket besteht aus einem 72-bit Zugriffscode (Access Code), einem 54-bit-Header sowie einem variablen Nutzdatenfeld

15 von 0 bis 2745 bit Länge. Für die Inquiry-Phase wird beispielsweise ein ID-Paket verwendet, welches die Adresse des Terminals enthält. Ein weiteres Paket ist das FHS-Paket (FHS = Frequency Hopping Synchronisation), mit dem beim Verbindungsauftbau u.a. Taktinformationen, die Terminaladresse, die Phase der Hopping-Sequenz, die Bezeichnung des „Class of Service“ (um welche Art von Gerät im Piconetz

20 es sich handelt) übermittelt wird.

Es können Bluetooth-Netzwerke in einer Punkt-zu-Punkt-, Piconetz- und Scatternetz-Topologie realisiert werden. Diese Netzwerk-Topologien eröffnen eine Vielzahl von denkbaren Anwendungsmöglichkeiten. Ein Piconetz besteht aus einem Master-Terminal

25 und bis zu sieben aktiven Slave-Terminals. Ein Master kann prinzipiell mehr als sieben Slave-Terminals kontrollieren, indem er einige Slave-Terminals in eine Art Schlafmodus schickt. Dies kann den Datenaustausch allerdings erheblich verlangsamen, vor allem, wenn ein aktives Slave-Terminal Daten an ein anderes Slave-Terminal in einem Schlafmodus senden will. Die Kommunikation läuft hierbei grundsätzlich

30 ausschließlich über das Master-Terminal, welches Senderechte verteilt und die zu

nutzenden Frequenzen vorgibt. Das Master-Terminal verteilt abwechselnd Senderechte an die einzelnen Slave-Terminals.

Wegen der Anwendung von Frequenz-Hopping ist eine Koexistenz mehrerer Piconetze

- 5 nebeneinander möglich. Dabei kann ein Terminal sogar Mitglied in mehreren Piconetzen sein. Dazu speichert das Terminal einfach die Hopping-Sequenz aller Master-Terminals, in deren Netzwerk es Mitglied ist und kann sich so auf die Frequenz eines jeden Netzwerks einstellen. Ein solches Terminal wird als Brücken-Terminal (Bridge-Node) bezeichnet, da es quasi eine Brücke zwischen den Piconetzen darstellt.
- 10 Mehrere, auf diese Weise verbundene Piconetze bilden ein Scatternetz.

Ursprünglich wurde der Bluetooth-Standard entwickelt, um eine drahtlose Kommunikation verschiedenster Terminals über kurze Entfernung zu ermöglichen. Erst mit der Zeit kam der Bedarf an einer Vernetzung von Bluetooth-Terminals, der Erstellung eines

- 15 sogenannten Adhoc-Netzwerks. Beispielsweise befinden sich mehrere Teilnehmer eines Seminars mit Bluetooth-Terminals in einem Raum und diese Personen möchten ihre Daten untereinander austauschen. Idealerweise würde nun jeder Teilnehmer einen Befehl der Art "Baue Verbindung zu Adhoc Netzwerk auf" ausführen, nach kurzer Zeit eine Meldung "Verbindung zu Adhoc Netzwerk steht" erhalten und daraufhin den
- 20 Datenaustausch mit beliebigen anderen Teilnehmern aufnehmen können. Hierbei stellt sich allerdings das Problem, wie ein Bluetooth-Netzwerk mit mehreren Teilnehmern schnell und automatisch aufgebaut wird, da die Bluetooth Spezifikation dazu keine Vorgaben macht.

- 25 Ein Terminal enthält erfindungsgemäß eine Software-Komponente, die als „Dynamic Personal Area Network Manager“ (im folgenden DPM-Software genannt) bezeichnet wird und die mit der eigentlichen Bluetooth-Software und der jeweiligen Anwendungs-Software zusammenarbeitet und zum Aufbau und zur Steuerung eines Adhoc-Netzwerks vorgesehen ist. Ein stark vereinfachtes Schichtenmodell der Software-
- 30 Komponenten ist in Fig. 1 gezeigt. Oberhalb der Schicht 1, welche die Bluetooth-

Software (erste Software-Komponente) repräsentiert, ist die Schicht mit der DPM-Software 2 (zweite Software-Komponente) und eine für das Internet-Protokoll vorgesehene Software 3 angeordnet. In der obersten Schicht 4 liegt Anwendungs-Software, welche über eine Software-Schnittstelle 5 (im folgenden als DPM-API-Software bezeichnet) die DPM-Software startet, steuert und beendet.

Bei der Bildung des Adhoc-Netzwerks wird von der jeweiligen DPM-Software in den betroffenen Terminals eine im Folgenden beschriebene Netzaufbau-Prozedur durchgeführt. Der erste Schritt in einem erfindungsgemäßen automatischen Adhoc-Netzwerkausbau ist eine automatische Detektierung von Terminals in ihrer jeweiligen Umgebung. Die Terminals müssen vor dem Start eines Netzwerkaufbaus unabhängig voneinander Informationen ihrer Umgebung sammeln. Weiter kann jedes Terminal ein Adhoc-Netzwerk selbstständig aufbauen, indem es die oben beschriebenen Zustände Inquiry und Inquiry-Scan bei einem nicht existenten Netzwerk durchführt. Die Umschaltzeit zwischen den beiden Zuständen muss dabei zufällig gewählt werden.

Jedes keine Verbindung aufweisende Terminal sucht nach anderen Terminals in seiner Umgebung (Inquiry-Phase). Wenn ein anderes Terminal gefunden worden ist, wird die Inquiry-Phase gestoppt und mit dem detektierten Terminal wird eine Verbindung aufgebaut (über Page-Phase). Es ist somit ein neues Piconetz spontan erzeugt worden. Wenn ein drittes Terminal ein Terminal des gerade entstandenen Piconetzes erkennt, wird die unten beschriebene Prozedur zur Einbindung des dritten Terminals angewendet.

Erfindungsgemäß wählt ein Master-Terminal jeweils ein zugeordnetes Slave-Terminal (im Folgenden als hörendes Slave-Terminal bezeichnet) in einer bestimmten Reihenfolge aus, um zu prüfen, ob ein nicht eingebundenes Terminal Suchanfragen ausführt. Ein anfragendes Terminal, welches in das Netzwerk eingebunden werden möchte, wechselt dabei zwischen den Zuständen Inquiry und Inquiry-Scan. Das Master-Terminal selbst wechselt in dieser Phase weder in den Zustand Inquiry noch in den

Zustand Inquiry-Scan. Das hörende Slave-Terminal geht regelmäßig in den Zustand Inquiry-Scan, aber nie in den Zustand Inquiry. Dadurch wird die Belastung der Terminals für die Detektion eines bisher nicht eingebundenen Terminals niedrig gehalten. Da nur ein Slave-Terminal jeweils ein hörendes Slave-Terminal ist, wird eine

5 Störung der Kommunikation innerhalb eines Netzwerks auf ein Minimum reduziert.

Die Einbindung weiterer Slave-Terminals kann durch folgende Schritte und mittels der Fig. 2 erläutert werden. Die Fig. 2 zeigt ein Master-Terminal 6 und vier mit dem Master-Terminal 6 verbundene Slave-Terminals 7 bis 10. Alle Terminals 6 bis 10

10 befinden sich im Zustand Verbunden (Connected). Nur auf Anweisung des Master-Terminals 6 wechselt eins der Slave-Terminals 7 bis 10 in den Zustand Inquiry-Scan. Das Terminal 11 nähert sich dem Piconetz (bestehend aus den Terminals 6 bis 10) und soll in das Piconetz eingebunden werden. In einem ersten Schritt weist das Master-Terminal 6 genau eines seiner Slave-Terminals (hörendes Slave-Terminal) an, in den
15 Zustand Inquiry-Scan zu wechseln, d.h. zu prüfen, ob ein Terminal Suchanfragen durchführt. In Fig. 2 ist dies beispielsweise das Slave-Terminal 7. Das Terminal 11, das in das Piconetz bisher nicht eingebunden ist, nähert sich diesem und wechselt zwischen den Zuständen Inquiry und Inquiry-Scan. Das Terminal 11 prüft damit, ob ein anderes Terminal Suchanfragen aussendet, und sendet Suchanfragen aus.

20

Nachdem das hörende Slave-Terminal 7 im Zustand Inquiry-Scan eine Suchanfrage von dem Terminal 11 empfangen und diesem geantwortet hat, beendet es den Zustand Inquiry-Scan und sendet dem Master-Terminal 6 eine Nachricht über den Empfang einer Suchanfrage des Terminals 11. Das Terminal 11 wechselt nach Erhalt einer Ant-

25 wort von Slave-Terminal 7 in den Zustand Inquiry-Scan in Erwartung, eine Suchanfrage von dem Master-Terminal zu empfangen. Das Master-Terminal 6 wechselt nach Erhalt der Benachrichtigung vom Slave-Terminal 7, dass ein noch nicht eingebundenes Terminal Suchanfragen ausführt, in den Zustand Inquiry und sendet dann selber eine Suchanfrage aus, welche das bisher nicht eingebundene Terminal 11 in dem Zustand
30 Inquiry-Scan empfängt. Das Terminal 11 antwortet mit einem seine Adresse

enthaltenden Paket (FHS-Paket) und geht in den Zustand Page-Scan, um sich mit dem Piconetz zu verbinden. Das Master-Terminal 6 hat nun alle nötigen Informationen, um das Terminal 11 in das Netzwerk einzubinden. Das Master-Terminal 6 geht dann in den Zustand Page und ruft (paged) das neue Terminal 11 an, welches akzeptiert und damit 5 ein neues Mitglied des bestehenden Piconetzes wird. Anschließend weist das Master-Terminal 6 dann das nächste Slave-Terminal (z.B. Slave-Terminal 8) an, in den Zustand Inquiry-Scan zu wechseln und auf Suchanfragen zu hören.

Das Master-Terminal beauftragt in einer bestimmten Reihenfolge die Slave-Terminals, 10 auf Suchanfragen zu hören bzw. zu empfangen. Beispielsweise kann diese bestimmte Reihenfolge so aussehen, dass alle Slave-Terminals hintereinander eine jeweils gleiche vorgegebene Zeit in die Inquiry-Scan-Phase gehen.

Die Funktion der DPM-Software, welche den oben beschriebenen Prozess steuert, kann 15 anhand des in Fig. 3 dargestellten Zustandsdiagramms erläutert werden. Die DPM-Software weist insgesamt elf Zustände auf, die in der Fig. 3 durch die Rechtecke 12 bis 22 angegeben sind. Die durch die Rechtecke 12 bis 17 angedeuteten Zustände beziehen sich auf die Situation, dass ein noch nicht mit einem Netzwerk verbundenes Terminal eine Verbindung aufbaut. In den Zuständen NS-Inquiry-Scan1 (Rechteck 12), NS- 20 Inquiry-Scan2 (Rechteck 16) und NS-Inquiry (Rechteck 13) hat das Terminal keine Verbindung aufgebaut, in den Zuständen NS-Page-Scan1 (Rechteck 14), NS-Page-Scan2 (Rechteck 15) und NS-Page (Rechteck 17) ist das Terminal dabei, eine Verbindung aufzubauen. In den Zuständen Connected-Slave (Rechteck 18) und Connected-Master (Rechteck 19) hat das Terminal eine Verbindung aufgebaut und ist 25 Mitglied eines Piconetzes. Die Zustände NE-Inquiry-Scan (Rechteck 20), NE-Inquiry (Rechteck 21) und NE-Page (Rechteck 22) beziehen sich auf den Fall, dass ein bestehendes Netzwerk erweitert wird.

Im nicht-verbundenen Zustand wechselt das Terminal periodisch nach Ablauf einer bestimmten Zeit (Timeout) zwischen den Zuständen NS-Inquiry-Scan1 (Rechteck 12) und NS-Inquiry (Rechteck 13) wie durch die Pfeile TO1 und TO2 angedeutet.

- 5 Wenn das Terminal im Zustand NS-Inquiry-Scan1 (Rechteck 12) einem anderen Terminal auf eine Suchanfrage (Inquiry) geantwortet hat, geht die DPM-Software in den Zustand NS-Page-Scan1 (Rechteck 14) über (Pfeil IA1), in dem das Terminal auf eine Rufanfrage (Page) des anderen Terminals wartet. Wenn das Terminal auf eine Rufanfrage antwortet, wird die Verbindung aufgebaut und die DPM-Software geht in den Zustand Connected-Slave (Rechteck 18) über (Pfeil PA1). Das Terminal ist im Netzwerk dann ein Slave-Terminal. Andernfalls nach dem Ablauf einer vorgegebenen Zeit (Timeout) ohne eine Rufanfrage geht die DPM-Software in den Zustand NS-Inquiry-Scan1 (Rechteck 12) zurück (Pfeil TO3).
- 10
- 15
- 20
- 25

Wenn das Terminal im Zustand NS-Inquiry (Rechteck 13) auf seine Suchanfrage von einem anderen Terminal eine Antwort erhalten hat, geht die DPM-Software in den Zustand NS-Inquiry-Scan2 (Rechteck 16) über (Pfeil IR1), in dem es auf den Empfang einer Suchanfrage wartet. Falls bisher kein Netzwerk aufgebaut ist, also nur zwei mit noch keinem Netzwerk verbundene Terminals miteinander kommunizieren, wird dieses im Zustand NS-Inquiry-Scan2 befindliche Terminal dann keine Suchanfrage erhalten und nach dem Ablauf einer vorgegebenen Zeit (Timeout) in den Zustand NS-Page (Rechteck 17) übergehen (Pfeil TO4). In diesem Zustand NS-Page der DPM-Software wird das andere Terminal gerufen (Page), welches auf die Suchanfrage im Zustand NS-Inquiry eine Antwort gesendet hat. Es muss beachtet werden, dass die vorgegebene Zeit zwischen den Zuständen NS-Inquiry-Scan2 und NS-Page kleiner als die vorgegebene Zeit zwischen den Zuständen NS-Page-Scan1 und NS-Inquiry-Scan1 gewählt ist. Sobald das andere Terminal auf die Rufanfrage antwortet, wird die Verbindung aufgebaut und die DPM-Software geht in den Zustand Connected-Master (Rechteck 19) über (Pfeil PR1). Das Terminal ist dann Master-Terminal des neu geschaffenen

Piconetzes. Im anderen Fall – bei erfolglosem Verbindungsauftbau – geht die DPM-Software in den Zustand NS-Inquiry (Rechteck 13) zurück (Pfeil CF1).

Besteht ein Piconetz, weist das Master-Terminal eines seiner Slave-Terminals an, auf

- 5 Suchanfragen (Inquiries) von anderen nicht eingebundenen Terminals zu hören. In diesem Fall, wechselt die DPM-Software des vom Master-Terminal bestimmten Slave-Terminals vom Zustand Connected-Slave (Rechteck 18) in den Zustand NE-Inquiry-Scan (Rechteck 20) über (Pfeil MR). Nach Ablauf einer vorgegebenen Zeit (Timeout) wechselt die DPM-Software des Terminals wieder in den Connected-Slave Zustand
- 10 (Rechteck 18) zurück (Pfeil TO6).

Empfängt ein Slave-Terminal im Zustand NE-Inquiry-Scan (Rechteck 20) von einem nicht im Netzwerk eingebundenen Terminal eine Suchanfrage, dann beantwortet es diese, beendet das Hören auf Suchanfragen und wechselt in den Zustand Connected-

- 15 Slave (Rechteck 18) zurück (Pfeil IA3). Außerdem teilt es dem Master-Terminal mit, dass ein neues Terminal entdeckt wurde, welches Suchanfragen ausführt. Die DPM-Software des Master-Terminals wechselt dann von dem Zustand Connected-Master (Rechteck 19) in den Zustand NE-Inquiry (Rechteck 21) über (Pfeil SR). Das Master-Terminal startet eine Suchanfrage und empfängt eine Antwort (FHS-Paket) vom
- 20 einzubindenden Terminal. Für den dann folgenden Verbindungsauftbau geht die DPM-Software des Master-Terminals in den Zustand NE-Page (Rechteck 22) über (Pfeil IR2). Falls das Master-Terminal nach einer vorgegebenen Zeit keine Antwort erhält, geht dessen DPM-Software in den Zustand Connected-Master (Rechteck 19) zurück (Pfeil TO7).

25

In dem Zustand NE-Page (Rechteck 22) wird das einzubindende Terminal gerufen (Page), welches auf die Suchanfrage im Zustand NE-Inquiry eine Antwort gesendet hat. Sobald das Terminal auf die Rufanfrage antwortet, wird die Verbindung aufgebaut und die DPM-Software des Master-Terminals geht in den Zustand Connected-Master

- 30 (Rechteck 19) über (Pfeil PR2). Im anderen Fall – bei erfolglosem Verbindungsauftbau –

geht die DPM-Software ebenfalls in den Zustand Connected-Master (Rechteck 19) zurück (Pfeil CF2) und weist das nächste Slave-Terminal an, auf Suchanfragen zu hören, d.h. zu prüfen, ob ein nicht eingebundenes Terminal Suchanfragen ausführt.

- 5 In dem Fall, dass ein Netzwerk besteht und ein Terminal sich als Slave-Terminal einbinden möchte, wechselt die DPM-Software des einzubindenden Terminals nach Erhalt einer Antwort von dem hörenden Slave-Terminal auf seine Suchanfrage aus dem Zustand NS-Inquiry (Rechteck 13) in den Zustand NS-Inquiry-Scan2 (Rechteck 16) über (Pfeil IR1) und wartet auf eine Suchanfrage des Master-Terminals. Nach Empfang
10 einer Suchanfrage des Master-Terminals sendet es diesem eine Antwort (FHS-Paket). Die DPM-Software des Terminals geht in den Zustand NS-Page-Scan2 (Rechteck 15) über (Pfeil IA2) und wartet dann auf eine Rufanfrage (Page) des Master-Terminals. Nach Empfang der Rufanfrage und Antwort des Terminals, wird die Verbindung aufgebaut und die DPM-Software geht in den Zustand Connected-Slave (Rechteck 18)
15 über (Pfeil PA2). Das Terminal ist im Netzwerk dann als Slave-Terminal eingebunden. Andernfalls nach dem Ablauf einer vorgegebenen Zeit (Timeout) ohne eine Rufanfrage geht die DPM-Software in den Zustand NS-Page (Rechteck 17) über (Pfeil TO5) und versucht seinerseits eine Rufanfrage zu starten. Bei erfolglosem Verbindungsauftbau geht die DPM-Software in den Zustand NS-Inquiry (Rechteck 13) zurück (Pfeil CF1).

20

Zu erwähnen ist, dass nie die Situation eintreten kann, dass ein Terminal des existierenden Netzwerkes im Zustand Inquiry ist und gleichzeitig ein anderes Terminal des existierenden Netzwerkes im Zustand Inquiry-Scan ist. Denn Slave-Terminals eines bestehenden Netzwerkes wechseln nie in den Zustand Inquiry und das Master-Terminal
25 wechselt nie in den Zustand Inquiry-Scan. Der verbleibende Fall, dass das Master-Terminal im Zustand Inquiry ist während sich gleichzeitig ein Slave-Terminal im Zustand Inquiry-Scan befindet, ist ausgeschlossen, da das Master-Terminal nur und erst dann in den Zustand Inquiry wechselt, wenn das gerade hörende Slave-Terminal den Zustand Inquiry-Scan beendet und das Master-Terminal benachrichtigt hat, dass ein

neues Terminal Suchanfragen ausführt. Damit wird sichergestellt, dass ein Mitglied eines schon dem Netzwerk angehörenden Terminal nicht nochmals entdeckt wird.

Wenn die DPM-Software von der Anwendungs-Software die Anweisung erhält, die

- 5 Verbindung abzubauen, veranlasst die DPM-Software, dass die Verbindung abgebaut wird und die DPM-Software geht in den Zustand NS-Inquiry-Scan1 (Pfeil DI1) bzw. NS-Inquiry (Pfeil DI2) über.

Zur weiteren Optimierung des Netzwerkaufbaus können Applikationen über die DPM-

- 10 API-Software die Adressen unerwünschter Terminals auf eine sogenannte Sonderliste (Blacklist) setzen. Immer dann, wenn ein neues Terminal entdeckt wird, wird zunächst von dem Master-Terminal überprüft, ob es in der Sonderliste enthalten ist. In diesem Fall wird das Terminal ignoriert, d.h. es wird kein Verbindungsauflauf zu diesem Terminal versucht. Andernfalls wird wie zuvor beschrieben ein Verbindungsauflauf
- 15 durchgeführt.

In der Sonderliste sind z.B. solche Terminals aufgeführt, die eine bestimmte Zeit zuvor im Netzwerk eingebunden waren und nicht weiter von Interesse sind. Ferner können solche Terminals in dieser Sonderliste gespeichert werden, die bestimmte Dienste nicht

- 20 anbieten. Beispielsweise wird für das Netzwerk ein Drucker gesucht und alle nicht diesen Drucker-Dienst aufweisenden Terminals werden in dieser Sonderliste abgelegt.

Die erfindungsgemäße Prozedur eignet sich insbesondere für Netzwerke, in denen eine hohe Dienstgüte (d.h. möglichst hohe verfügbare Bandbreite, möglichst wenig Störungen oder gar Unterbrechungen der existierenden Verbindungen) des Netzwerkes erwünscht ist. Die beschriebene Prozedur zur Erweiterung des Netzwerkes stört die Kommunikation der bereits dem Netzwerk angehörenden Geräte so wenig wie überhaupt möglich. Hauptursache für Störungen in diesem Zusammenhang ist insbesondere das Ausführen von Suchanfragen (Inquiry), da während der Ausführung einer

- 25 Suchanfrage die verfügbare Bandbreite der existierende Verbindungen stark reduziert

und unter Umständen sogar eine völlige Unterbrechung der Kommunikation zur Folge hat. In der erfindungsgemäßen Prozedur führt nur das Master-Terminal Suchanfragen aus und dies auch nur dann, wenn sichergestellt ist, dass ein neues Terminal in der Nähe ist. Zur Erweiterung eines existierenden Netzwerkes um ein Terminal, muss das Master-

5 Terminal des Netzwerkes daher lediglich eine einzige Suchanfrage ausführen. Da andererseits allein schon zum Herausfinden der Adresse des neuen Terminals mindestens eine Suchanfrage zwingend notwendig ist, zeichnet sich die erfindungsgemäße Prozedur durch die minimal mögliche Anzahl Suchanfragen aus.

10 Wie oben schon erwähnt enthält ein Paket ein Feld, welches als „Class of service“ bezeichnet und welches für die Antwort auf eine Suchanfrage verwendet wird. Der gegenwärtige Bluetooth-Standard hat noch einige Bits in diesem Feld reserviert, die bisher nicht belegt sind. Ein reserviertes Bit dieses Feldes kann zur Kennzeichnung dienen, ob ein Terminal mit einem Netzwerk verbunden ist. Dadurch lässt sich ein
15 schnellerer Aufbau des Netzwerkes erreichen.

Dieses reservierte Bit soll im folgenden als Verbindungsbit bezeichnet werden. Ist ein Terminal bereits in ein Netzwerk eingebunden (verbunden) ist dieses Verbindungsbit auf logisch „1“ und sonst auf logisch „0“ gesetzt.

20 Das Zustandsdiagramm für die DPM-Software bei Verwendung dieses Verbindungsbits ist in Fig. 4 dargestellt. Es ist gegenüber der Fig. 3 ein zusätzlicher Zustandübergang hinzugekommen. Der Pfeil IR1n gibt den Zustandsübergang vom Zustand NS-Inquiry (Rechteck 13) zum Zustand NS-Page (Rechteck 17) an. Weiter wird das Verbindungsbit
25 bei den Zustandsübergängen vom Zustand NS-Inquiry-Scan1 (Rechteck 12) zum Zustand NS-Page-Scan1 (Rechteck 14) (Pfeil IA1n anstatt IA1 in Fig. 3), vom Zustand NS-Inquiry (Rechteck 13) zum Zustand NS-Inquiry-Scan2 (Rechteck 16) (Pfeil IR1c anstatt IR1 in Fig. 3) und vom Zustand NE-Inquiry-Scan (Rechteck 20) zum Zustand Connected-Slave (Rechteck 18) (Pfeil IA3c anstatt IA3 in Fig. 3) verwendet. Weitere
30 Änderungen bestehen nicht zwischen den Fig. 3 und 4.

Ein noch unverbundenes Terminal, dass sich im Zustand NS-Inquiry-Scan1 (Rechteck 12) befindet, antwortet auf eine Suchanfrage mit auf logisch „0“ gesetztem Verbindungsbit und wechselt in den Zustand NS_Page-Scan1 (Rechteck 14) (Pfeil IA1n).

5

Ein bereits verbundenes Slave-Terminal, dass sich im Zustand NE-Inquiry-Scan (Rechteck 20) befindet, antwortet dagegen auf eine Suchanfrage mit auf logisch „1“ gesetztem Verbindungsbit und wechselt in den Zustand Connected-Slave (Rechteck 18) (Pfeil IA3c).

10

Ausgewertet wird das Verbindungsbit von einem noch unverbundenem Terminal, dass sich im Zustand NS-Inquiry (Rechteck 13) befindet. Wenn es eine Antwort auf seine Suchanfrage erhält, kann es mit Hilfe des Verbindungsbits entscheiden, ob das andere Terminal ebenfalls noch unverbunden ist (Verbindungsbit ist logisch „0“) oder bereits 15 als Slave-Terminal einem Netzwerk angehört (Verbindungsbit ist logisch „1“).

15

Im ersten Fall (Verbindungsbit ist logisch „0“), wird ein neues Netzwerk aufgebaut, in dem das anfragende Terminal die Rolle des Master-Terminals und das andere die Rolle des Slave-Terminals übernimmt. Dazu wechselt das anfragende Terminal zunächst in 20 den Zustand NS-Page (Rechteck 17) (Pfeil IR1n) und ruft anschließend das andere Terminal, wodurch eine Verbindung aufgebaut wird.

20

Im anderen Fall (Verbindungsbit ist logisch „1“), wird das anfragende Terminal als weiteres Slave-Terminal dem bereits existierenden Netzwerk beitreten. Dazu wechselt 25 das anfragende Terminal zunächst in den Zustand NS-Inquiry-Scan2 (Rechteck 16) (Pfeil IR1c) und wartet auf die Suchanfrage des Master-Terminals des existierenden Netzwerkes.

30

Durch diese Maßnahme lässt sich der initiale Netzwerkaufbau schneller durchführen, da nicht eine vorgegebene Zeit (Timeout) abgewartet werden muss, um festzustellen, dass

beide Terminals noch unverbunden sind. In dieser Situation kann mit Hilfe des Verbindungsbits direkt vom Zustand NS-Inquiry (Rechteck 13) in den Zustand NS-Page (Rechteck 17) gewechselt werden (Pfeil IR1n) statt – wie in Fig. 3 dargestellt - nach einem erfolglosem Warten auf eine Suchanfrage über den Zustand NS-Inquiry-Scan2 (Rechteck 16) in den Zustand NS-Page (Rechteck 17) zu wechseln (Pfeil TO4).

5

PATENTANSPRÜCHE

1. Netzwerk mit wenigstens einem Slave-Terminal und einem damit verbundenen Master-Terminal, das zur Beauftragung wenigstens eines Slave-Terminals zum Prüfen von Suchanfragen nach wenigstens einem anderen in das Netzwerk einzubindenden Terminal vorgesehen ist,
- 5 wobei das beauftragte Slave-Terminal nach Detektierung eines noch nicht eingebundenen Terminals zur Weiterleitung der empfangenen Suchanfrage an das Master-Terminal vorgesehen ist und das Master-Terminal nach Empfang der Suchanfrage vom Slave-Terminal zum Verbindungsauflbau mit dem noch nicht eingebundenen Terminal vorgesehen ist.

10

2. Netzwerk nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Master-Terminal nach Empfang einer Suchanfrage eines bisher nicht eingebundenen Terminals zur Sendung einer Suchanfrage vorgesehen ist.

15

3. Netzwerk nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Master-Terminal nach Empfang einer Suchanfrage eines bisher nicht eingebundenen Terminals zum Verbindungsauflbau mit diesem Terminal unter

20 bestimmten Bedingungen vorgesehen ist.

4. Netzwerk nach Anspruch 3,

dadurch gekennzeichnet,

dass ein im Netzwerk eingebundenes Slave-Terminal nicht zum Wechsel in den Zustand vorgesehen ist, in welchem es eine Antwort auf eine Anfrage eines anderen

5 Terminals sendet, während gleichzeitig das Master-Terminal Suchanfragen ausführt.

5. Netzwerk nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,

dass ein im Netzwerk eingebundenes Slave-Terminal nicht zum Wechsel in den

10 Zustand vorgesehen ist, in welchem es eine Antwort auf eine Anfrage eines anderen Terminals sendet.

6. Netzwerk nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,

15 dass ein Terminal eine nach dem Bluetooth-Standard arbeitende erste Software-Komponente und eine zweite Software-Komponente zur Steuerung der ersten Software-Komponente, welche zur Umsetzung von Anweisungen einer dritten anwendungsorientierten Software vorgesehen ist, und

dass die zweite Software-Komponente zur Einbindung eines Terminals vorgesehen ist.

20

7. Netzwerk nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,

dass das Master-Terminal dazu vorgesehen ist, nur ein einziges und nicht an der Kommunikation beteiligtes Slave-Terminal mit dem Prüfen von Suchanfragen nach

25 wenigstens einem anderen in das Netzwerk einzubindenden Terminal zu beauftragen.

8. Netzwerk nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,

dass wenigstens eine zwischen den Terminals versendete Nachricht die Information enthält, ob ein Terminal in einem Netzwerk eingebunden ist.

5

9. Terminal, welches zur Einbindung als Slave- oder Master-Terminal in einem Netzwerk vorgesehen ist,

wobei das Terminal als Master-Terminal zur Beauftragung wenigstens eines Slave-Terminals zum Prüfen von Suchanfragen nach wenigstens einem anderen in das

10 Netzwerk einzubindenden Terminal vorgesehen ist,

wobei das Terminal als beauftragtes Slave-Terminal nach Detektierung eines noch nicht eingebundenen Terminals zur Weiterleitung der empfangenen Suchanfrage an das Master-Terminal vorgesehen ist und

das Terminal als Master-Terminal nach Empfang der Suchanfrage vom Slave-Terminal

15 zum Verbindungsauflbau mit dem noch nicht eingebundenen Terminal vorgesehen ist.

20

ZUSAMMENFASSUNG

Dynamischer Netzwerkaufbau bei drahtlosen Adhoc-Netzwerken

Die Erfindung bezieht sich auf ein Netzwerk mit wenigstens einem Slave-Terminal und einem damit verbundenen Master-Terminal, das zur Beauftragung wenigstens eines

5 Slave-Terminals zum Prüfen von Suchanfragen nach wenigstens einem anderen in das Netzwerk einzubindenden Terminal vorgesehen ist. Das beauftragte Slave-Terminal leitet nach Detektierung eines noch nicht eingebundenen Terminals die empfangene Suchanfrage an das Master-Terminal weiter. Das Master-Terminal baut nach Empfang der Suchanfrage vom Slave-Terminal eine Verbindung mit dem noch nicht eingebundenen Terminal auf.

10

Fig. 2

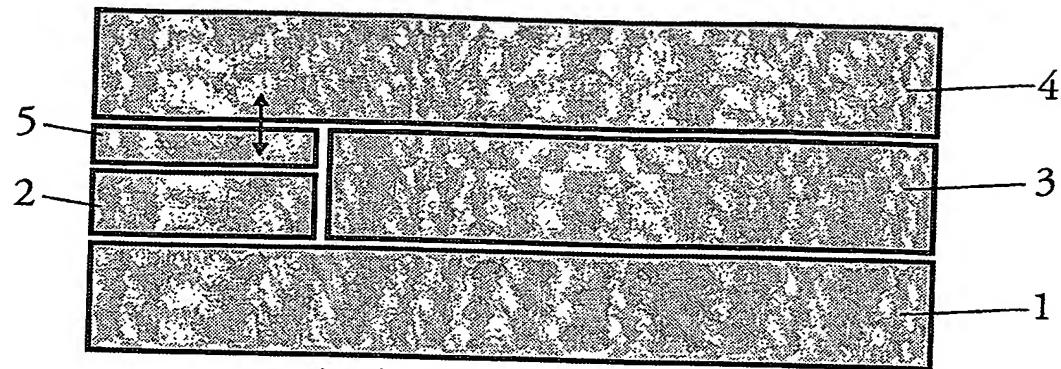


FIG. 1

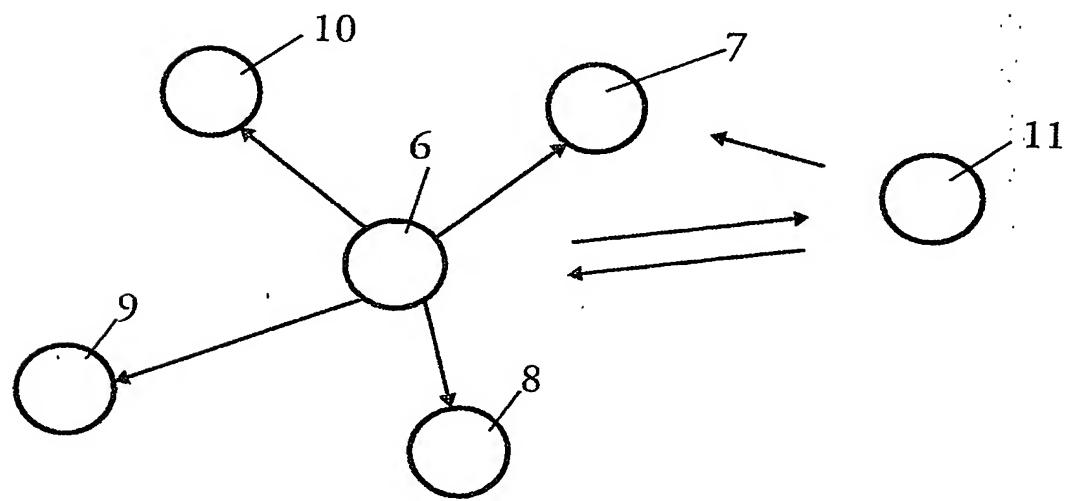


FIG. 2

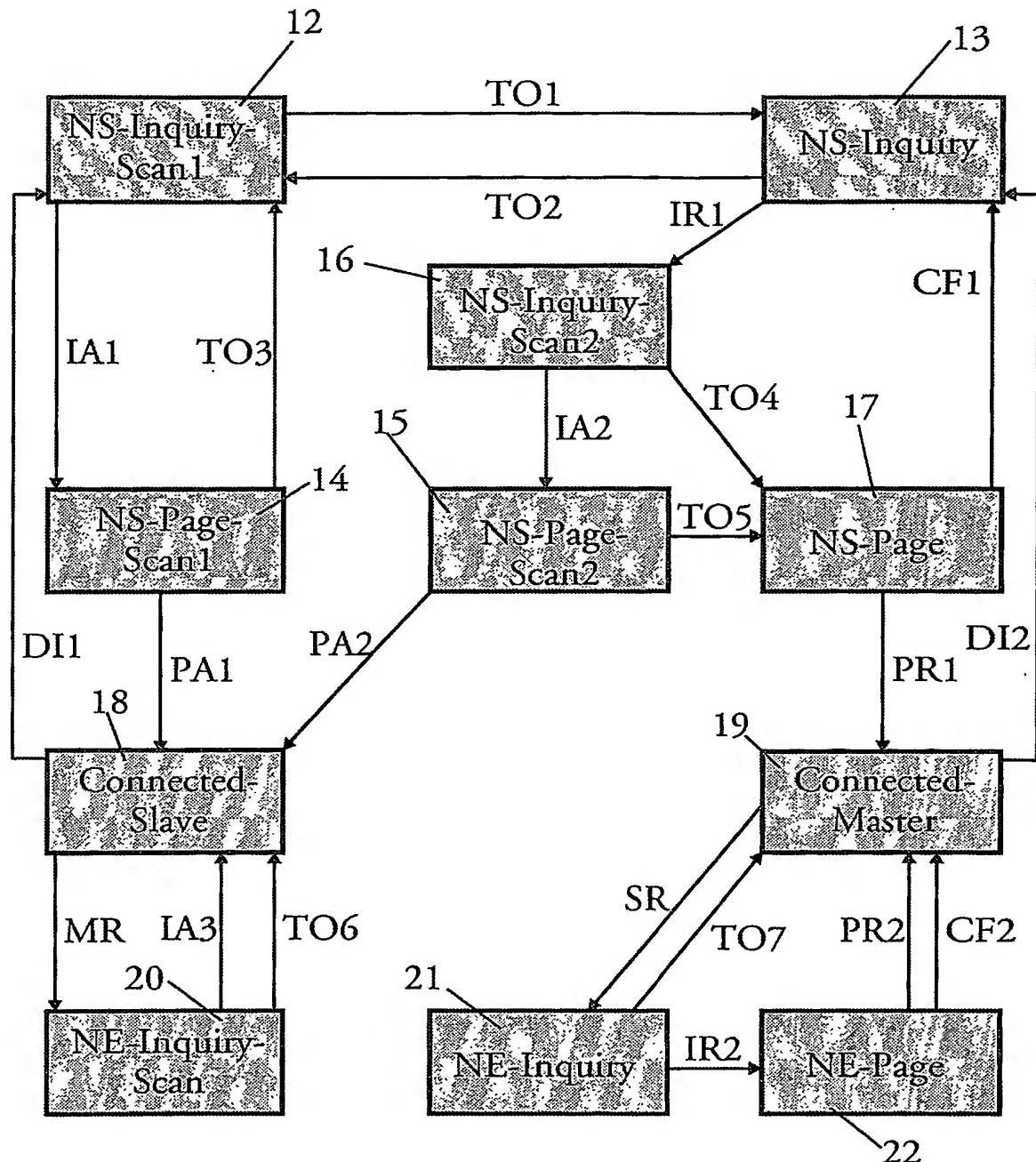


FIG. 3

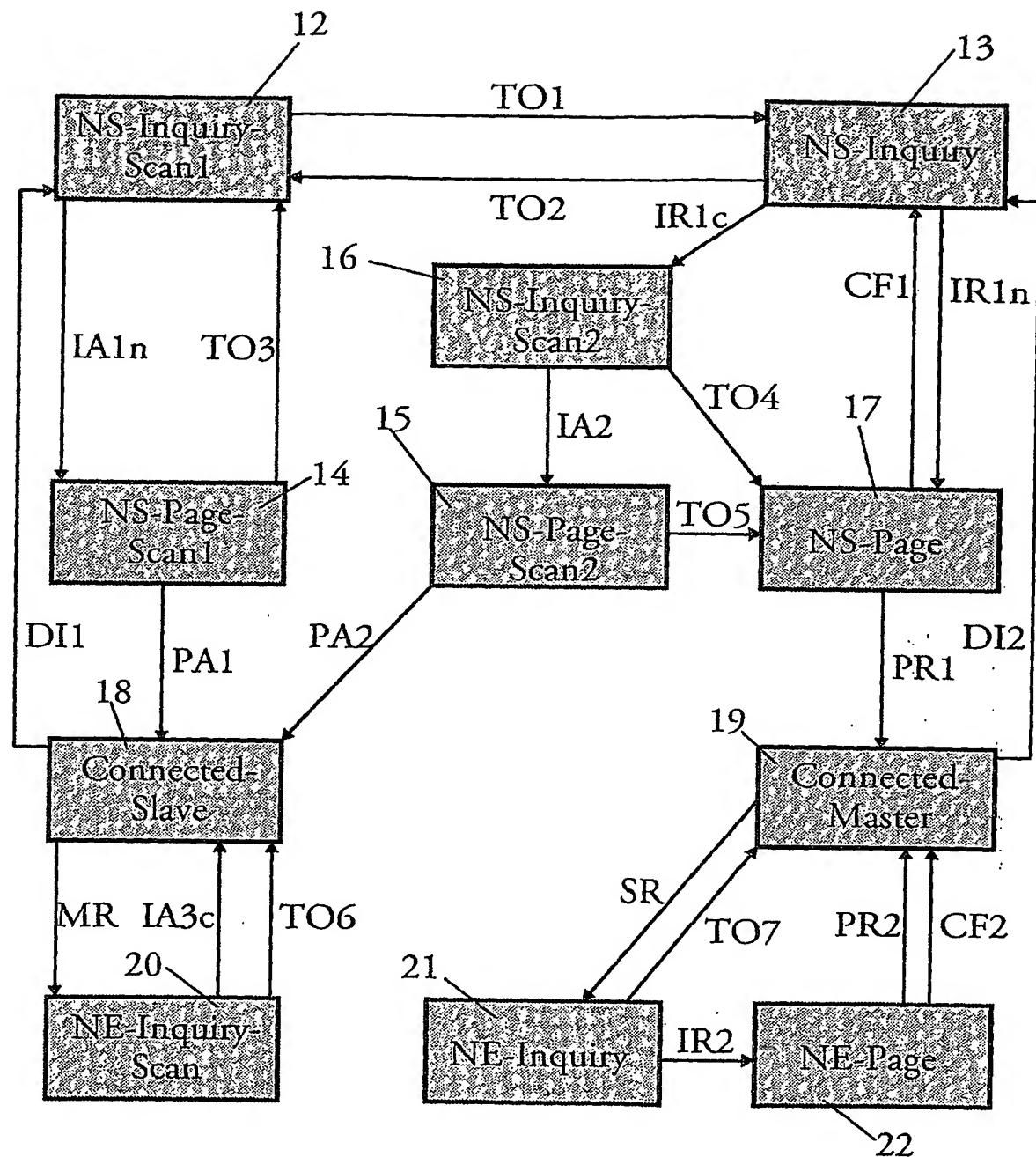


FIG. 4

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.